

2648 #2
BT
10-19-0

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Uli Behringer and Jan Duwe

Application No. 09/823,222

Filed: March 29, 2001

For: **AUDIO CIRCUITRY FOR
DYNAMICS REDUCTION**

Date: August 20, 2001



RECEIVED
AUG 27 2001
Technology Center 2600

PRIORITY DOCUMENT TRANSMITTAL LETTER

TO THE COMMISSIONER FOR PATENTS:

Enclosed for filing in the above-identified application ("this application") is a certified copy of German Patent Application No. 100 15 833.1, filed March 30, 2000, which this application relies on for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 119(a)-(d).

The information contained on this transmittal letter is true and correct to the best of the knowledge and belief of the person signing below, and the attached copy is a true copy of an original document.

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required in connection with filing of these papers, or credit overpayment, to Deposit Account No. 19-4455.

Respectfully submitted,

Uli Behringer and Jan Duwe

By Richard B. Preiss
Richard B. Preiss
Registration No. 36,640

STOEL RIVES LLP
900 SW Fifth Avenue, Suite 2600
Portland, Oregon 97204-1268
Telephone: (503) 224-3380
Facsimile: (503) 220-2480
Attorney Docket No.: 30914/7:1



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

100 15 833.1

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Anmeldetag:

30. März 2000

Anmelder/Inhaber:

RED CHIP COMPANY LTD., St. Peter-Port/GG

Bezeichnung:

Niederfrequenz-Schaltung zur Dynamikbegrenzung

IPC:

H 03 G 7/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 9. August 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoiß

Available Copy

Deutsche Patentanmeldung 100 45 835 1-42

(B354M/ev)



→ Herr Jan Jure

Niederfrequenz-Schaltung zur Dynamikbegrenzung

Patent- und Rechtsanwälte
HOLTZ · MARTIN · LIPPERT
Schraudolphstr. 3
D-80799 MÜNCHEN

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Niederfrequenz-Schaltung zur Verarbeitung von Audiosignalen, insbesondere eine Eingangsstufe und/oder einen Impedanzwandler für Audiogeräte, mit einem mit einem Audiosignal beaufschlagten Eingang und einem Ausgang, an welchem das verarbeitete Audiosignal anliegt.

Bei herkömmlichen Audio-Eingangsstufen, insbesondere bei Eingangsstufen von Instrumentenverstärkern werden Baugruppen zur Impedanzwandlung und Vorverstärkung eingesetzt, die möglichst in ihrem linearen Arbeitsbereich betrieben werden, um unerwünschte Verzerrungsprodukte im Ausgangssignal zu vermeiden. Wird dieser lineare Arbeitsbereich verlassen, treten mehr oder weniger deutlich wahrnehmbare und meßbare nicht-lineare Verzerrungen auf. Um diese zu vermeiden, müssen Maßnahmen getroffen werden, um das Audio-Eingangssignal unter der zu Verzerrungen führenden Maximalamplitude zu halten. Diese Maßnahmen sind entweder mit einem Verlust an wertvollem Störabstand oder anderen Signalbeeinträchtigungen verbunden.

Bei elektrischen Instrumenten dienen Audio-Eingangsstufen nicht nur zur neutralen Verarbeitung bzw. Verstärkung von Eingangssignalen, sondern auch zur aktiven Klanggestaltung. Dazu müssen teilweise extreme Transienten mit hoher Dynamik zwischen Instrumentenanschlag und Grundton übertragen werden. Die Art der Übertragung derartiger Dynamikspitzen ist bei Instrumentenverstärkern in hohem Maße für den Klang des jeweiligen Geräts ausschlaggebend. Um eine geeignete Übertragung zu gewährleisten, wird, bezogen auf die Eingangsverstärkung, ein Kompromiß eingegangen, der darin besteht, einen bestimmten Aussteuerungsbereich, den sogenannten "Headroom" für Signalspitzen zu reservieren und damit im Mittel einen etwas schlechteren Störabstand in Kauf zu nehmen. Der eigentliche Klang wird dann in nachfolgenden Verarbeitungsstufen gewonnen, die eine Klangregelung, aber auch eine Dynamikbegrenzung und Verzerrung umfassen können. Ein Problem bei dieser Vorgehensweise ist, daß Verzerrungen an Stellen der Schaltung auftreten, die sich meist sehr unangenehm auf das angestrebte Resultat auswirken.

Best Available Copy

10.05.01
2

Um Dynamikspitzen bei der Verarbeitung von Audiosignalen in den Griff zu bekommen, sind Regelverstärker zur Dynamikbegrenzung vorgeschlagen worden. Diese Verstärker sind jedoch üblicherweise mit einem relativ hohen technischen Aufwand verbunden und mit prinzipbedingten Nachteilen behaftet, wie etwa mit hörbaren Regelvorgängen, trägem Verhalten, Regelungsintermodulation und dergleichen. Die erforderlichen Einstellzeiten von Dynamikkompressoren, wie etwa das sogenannte "Attack" und "Release" bedingen, daß stets, bezogen auf die Signalspitze, ein zeitlich relativ langer Teil des Signals mitgeregelt wird.

Angesichts dieses Standes der Technik besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Niederfrequenz-Schaltung der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei einfachem und kostengünstigem Aufbau ein hohes Maß an Aussteuerbarkeit gewährleistet.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Zugunsten einer hohen Aussteuerbarkeit mit einem um typischerweise 6 dB erhöhten Headroom sieht die Erfindung mit anderen Worten eine Dynamikkompression vor, die im Gegensatz zur bisher genutzten Signalkompression im wesentlichen auf die Signalspitzen des Audiosignals begrenzt ist. Im einzelnen wird diese Kompression erzielt mittels (zwei) nicht-linearer Übertragungsglieder, die derart auf das Audiosignal einwirken, daß dessen eine Halbwelle nicht-linear verarbeitet wird. Eine derartige halbwellenspezifische Signalverarbeitung erfolgt für das nicht-invertierte und das invertierte Audiosignal, die daraufhin einer Differenzbildung mit der Wirkung unterzogen werden, daß das ursprüngliche Audiosignal im wesentlichen ausschließlich im Bereich seiner Signalspitzen komprimiert ist. Ein wesentlicher Vorteil dieser auf die Signalspitzen des Audiosignals begrenzten Amplitudenkompression im Vergleich zu herkömmlichen Regelverstärkern besteht darin, daß die erfindungsgemäße Kompression ohne hörbare Regelvorgänge trägheitslos und frei von Regelungsintermodulationen erfolgt.

Die erfindungsgemäße, auf die Signalspitzen des Audiosignals begrenzte Amplitudenkompression ist mit der Erzeugung eines relativ geringen Anteils an Harmonischen verbunden,

100501
3

die vom menschlichen Hörorgan nicht als Verzerrungen, sondern als Signalauffrischung gewertet werden, da das Audiosignal nicht bei einer festen Amplitude abgeschnitten, sondern abhängig von der Einstellung der nicht-linearen Kennlinie des nicht-linearen Glieds kontinuierlich in der Lautstärke reduziert wird. Dabei ist von Vorteil, daß das Audiosignal seine ursprüngliche Charakteristik beibehält, im Mittel jedoch aufgrund der bei der Kompression erzeugten Harmonischen lauter und frischer wirkt.

Durch die erfindungsgemäße Dynamikbegrenzung lassen sich vor allem Signalspitzen von elektrischen Instrumenten, wie etwa E-Gitarren oder E-Bässen äußerst wirksam abfangen, so daß der Durchschnittspegel und damit die Durchsetzungskraft des Audiosignals erheblich erhöht wird.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß aufgrund der verringerten Dynamik die Verarbeitung des Signals in nachfolgenden Signalverarbeitungsstufen deutlich unproblematischer erfolgen kann, wodurch die Ressourcen des mit der erfindungsgemäßen Schaltung versehenen Geräts besser nutzbar sind.

Die erfindungsgemäße Niederfrequenz-Schaltung gewährleistet, daß die Gefahr einer Übersteuerung wesentlich geringer als bei bisherigen Schaltungen der in Rede stehenden Art ist, wodurch die subjektiv empfundene Leistungsfähigkeit des mit der erfindungsgemäßen Schaltung versehenen Geräts steigt, da diese Leistungsgrenzen erst wesentlich später erreicht werden.

Die für die erfindungsgemäße Schaltung zum Einsatz kommenden Baugruppen sind außerdem extrem einfach, preiswert und unkritisch. So können die nicht-linearen Kennlinien der Eingangsstufen der erfindungsgemäßen Schaltung im einfachsten Fall durch Dioden in passiven Eingangsstufen bereitgestellt werden. Verstärkung wird im Falle passiver Eingangsstufen in nachgeschalteten Verstärkerstufen bereitgestellt. Alternativ hierzu kommen andere einfache nicht-lineare Übertragungsglieder in Betracht, wie etwa bipolare Transistoren, FET, Röhren und dergleichen im Rahmen aktiver, d.h. verstärkender Eingangsstufen.

12.05.01

4

Für den Fall, daß das Audiosignal in symmetrischer Form in die erfindungsgemäße Schaltung eingespeist wird, ist ein spezieller Schaltkreis zur Erzeugung eines inversen Audiosignals nicht erforderlich. Im übrigen ist ein derartiger Inverter kostengünstig realisierbar und trägt nur unwesentlich zu den Kosten der Schaltung bei.

Zusätzliche Dynamikreduktion ist erzielbar, indem zwei oder mehrere der erfindungsgemäßen Niederfrequenz-Schaltungen kaskadiert werden.

Schließlich besteht ein Vorteil der vorliegenden Erfindung aufgrund gegen-phasiger Übertragungsstrecken, die miteinander kombiniert werden, in einer Gleichtakt-Unterdrückung in dem den Eingangsstufen nachgeschalteten Differenzverstärker, wodurch auf die Übertragungsstrecke einwirkende Störungen wirksam unterdrückt werden. Dies ist insbesondere von Vorteil beim Einsatz von Röhrenschaltungen.

Die nicht-linearen Kennlinien der beiden Eingangsstufen der erfindungsgemäßen Schaltung können nahezu unbeschränkt variiert werden, so daß sowohl der Übergang von nicht bearbeitetem zu bearbeitetem Audiosignal wie der Gehalt an geradzahligen und ungeradzahligen Harmonischen gezielt beeinflußt werden kann.

Die erfindungsgemäße Niederfrequenz-Schaltung ermöglicht zum ersten Mal eine Dynamik- und Obertonbearbeitung direkt in der Eingangsstufe und stellt damit Bearbeitungsvorgänge in einem kompakten Schaltkreis bereit, die bislang in verschiedenen Schaltkreisen realisiert werden mußten.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 schematisch den allgemeinen Aufbau der erfindungsgemäßen Niederfrequenz-Schaltung,

Fig. 2 schematisch eine spezielle Ausführungsform der Schaltung von Fig. 1 auf Grundlage von die nicht-linearen Kennlinien bereitstellenden Dioden,

Fig. 3 bis 7 in Form von Amplituden-/Zeitdiagrammen Signalformen zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Schaltung.

12.05.01

Fig. 1 zeigt schematisch allgemein den Aufbau einer Niederfrequenz-Schaltung zur Verarbeitung von Audiosignalen. Ein Audiosignal wird durch eine Signalquelle 10 bereitgestellt. Dieses Audiosignal besitzt bei der dargestellten Ausführungsform der Signalquelle 10 asymmetrische Form. Das heißt, die Signalquelle 10 stellt in bezug auf Masse ein Audiosignal einer vorgegebenen Phasenlage bereit. Dieses Audiosignal wird in die erfindungsgemäße Niederfrequenz-Schaltung eingespeist. Diese Schaltung umfaßt eine erste Eingangsstufe 11 und eine zweite Eingangsstufe 12. Die beiden Eingangsstufen 11 und 12 sind bevorzugt im wesentlichen identisch ausgelegt und haben im wesentlichen identische nicht-lineare Kennlinien. Diese Eingangsstufen können als passive Elemente ausgelegt sein, wie nachfolgend anhand von Fig. 2 erläutert; alternativ hierzu können die Eingangsstufen 11, 12 aktive Elemente sein, basierend auf Verstärkern oder dergleichen.

Das von der Signalquelle 10 bereitgestellte Audiosignal wird in den Eingang der Eingangsstufe 11 eingespeist. Der zweiten Eingangsstufe 12 ist ein Inverter 13 vorgeschaltet, um die Phasenlage des an die zweite Eingangsstufe 12 angelegten Audiosignals in bezug auf das von der Signalquelle 10 bereitgestellte Audiosignal um 180° zu verschieben.

Den beiden Eingangsstufen 11 und 12 ist ein Differenzverstärker 14 nachgeschaltet. Das heißt, der Ausgang der Eingangsstufe 11 ist an den nicht-invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 14 angelegt, während der Ausgang der zweiten Eingangsstufe 12 an den invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 14 angelegt ist. Am Ausgang des Differenzverstärkers 14 steht das Differenzsignal aus den Ausgangssignalen zur Verfügung.

Fig. 2 zeigt eine spezielle Ausführungsform der Schaltung gemäß Fig. 1. Soweit dieselben Bestandteile betroffen sind, sind diejenigen von Fig. 2 mittels denselben Bezugsziffern wie in Fig. 1 bezeichnet. Die nicht-lineare Charakteristik der beiden Eingangsstufen 11 und 12 ist gemäß Fig. 2 durch nicht-lineare Elemente in Gestalt von Dioden 15 und 16 bereitgestellt. Die Dioden 15, 16 sind jeweils mit ihren Kathoden auf Masse gelegt. Der Anode der Diode 15, die zur ersten Eingangsstufe gehört, ist ein Widerstand 17 vorgeschaltet, während der Anode der Diode 16, die zur zweiten Eingangsstufe 12 gehört, ein Widerstand 18 vorgeschaltet ist. Die Verknüpfungspunkte der Widerstände mit den Dioden bilden jeweils

12.05.01

den Ausgang der Eingangsstufen 11, 12, während die anderen Anschlüsse der Widerstände 17, 18 den Eingang der Eingangsstufen 11, 12 bilden.

Die nicht-linearen Kennlinien der Eingangsstufen 11, 12 bzw. der Dioden 15, 16 sind so gewählt, daß von den negativen und positiven Halbwellen des Audiosignals jeweils eine Halbwelle nicht-linear und die andere Halbwelle zumindest näherungsweise linear verarbeitet wird. Gemäß der in Fig. 2 gezeigten Schaltung wird demnach jeweils die positive Halbwelle des am Eingang der ersten Eingangsstufe 11 anliegenden Audiosignals nicht-linear verarbeitet, während die zugehörige negative Halbwelle linear verarbeitet wird. In der zweiten Eingangsstufe 12 erfolgt die Signalverarbeitung in derselben Weise. Die derart in den Eingangsstufen 11 und 12 verarbeiteten Audiosignale werden in dem nachgeschalteten Differenzverstärker 14 mit dem Ergebnis subtrahiert, daß ein einziges Audiosignal mit einer Kompression bereitgestellt wird, die zumindest im wesentlichen auf die Signalspitzen, d.h. auf das Maximum der positiven Halbwelle bzw. das Minimum der negativen Halbwelle des Audiosignals beschränkt ist, wie im folgenden anhand von Fig. 3 bis 6 näher erläutert.

Fig. 3 zeigt die Signale an den Eingängen der Eingangsstufen 11, 12. Das an der Eingangsstufe 11 anliegende Audiosignal ist mit A bezeichnet, während das hierzu inverse, an der zweiten Eingangsstufe 12 anliegende Signal mit B bezeichnet ist. Der Einfachheit halber sind die Signale in Gestalt von Sinus-Signalen dargestellt.

Fig. 4 zeigt die an den Ausgängen der beiden Eingangsstufen 11 und 12 anliegenden Signale, wobei zur Verdeutlichung des erzielten Verarbeitungseffekts die Amplitudenachse im Vergleich zu Fig. 3 gestreckt dargestellt ist. Aufgrund der vorstehend erläuterten nicht-linearen Charakteristik der Eingangsstufen 11, 12 werden die positiven Halbwellen der Signale A und B aus Fig. 3 in den Eingangsstufen 11 und 12 nicht-linear verarbeitet, d.h., sie werden im Bereich ihrer Spitzen exponentiell, relativ sanft unter Beibehaltung der allgemeinen Sinusform komprimiert, während die negativen Halbwellen dieser Signale A, B im wesentlichen "unverzerrt" (zumindest nahezu linear) verarbeitet werden.

12.05.01
7

In Fig. 5 ist das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 14 gezeigt, dessen beiden Eingänge mit den Signalen A und B aus Fig. 4 beaufschlagt sind. Das resultierende Differenzsignal ist in Fig. 5 mit C bezeichnet und zum Vergleich ist mit D bezeichnet das unverarbeitete Audiosignal gezeigt, welches unter Umgehung der Eingangsstufen 11 und 12 an den Differenzverstärker 14 angelegt ist. Aus einem Vergleich der Signalverläufe der Signale C und D geht hervor, daß das in den Eingangsstufen 17, 18 partiell nicht-linear verarbeitete Audiosignal am Ausgang des Differenzverstärkers 5 im Spitzenbereich komprimiert zur Verfügung steht. Das heißt, der ursprüngliche Sinusverlauf ist durch die Verarbeitung in den Eingangsstufen 11, 12 in einen abgeflachten Sinusverlauf geändert. Der Unterschied zwischen den Signalen C und D im Bereich ihrer Maxima und Minima entspricht einer Amplitudendifferenz x , die den Gewinn an Headroom durch das verarbeitete Signal C im Vergleich zu dem unverarbeiteten Signal D darstellt.

Die Darstellung in Fig. 6 und Fig. 7 entsprechen denjenigen von Fig. 4 und Fig. 5 mit dem Unterschied, daß die positiven Halbwellen der Signale A' und B' nicht sanft exponentiell sondern stark entsprechend dem typischen "Clippen" herkömmlicher in Rede stehender Schaltungen unter deutlicher Abweichung von der Sinusform verzerrt sind. Selbst in diesem extremen Fall erzeugt der Differenzverstärker 14 aus den Ausgangssignalen A' und B' der Eingangsstufen 11, 12 im Ausgangssignal C' das in den Signalspitzen lediglich komprimiert ist, ohne die Übersetzung der positiven Halbwellen der Signale A' und B' aufzuweisen.

Die Schaltung ist nicht auf einen Einsatz zur Verarbeitung von Audio-Signal im Niederfrequenzbereich beschränkt, sondern vielmehr auch anwendbar auf die Verarbeitung von Hochfrequenzsignalen.

12.05.01

Patentansprüche

1. Niederfrequenz-Schaltung zur Verarbeitung von Audiosignalen, insbesondere Eingangsstufe und/oder Impedanzwandler für Audiogeräte, mit einem mit einem Audiosignal beaufschlagten Eingang und einem Ausgang, an welchem das verarbeitete Audiosignal anliegt, **gekennzeichnet durch** zwei Eingangsstufen (11, 12) mit im wesentlichen identischen nichtlinearen Kennlinien, von denen die erste mit einem am Eingang anliegenden Audiosignal einer vorgegebenen Phasenlage und die andere mit dem um 180 Grad verschobenen bzw. inversen Audiosignal (A, B) beaufschlagt ist, und deren Arbeitspunkte derart gewählt sind, daß von den negativen und positiven Halbwellen des Audiosignals die eine Halbwelle nichtlinear und die andere Halbwelle zumindest näherungsweise linear verarbeitet wird, und einen Differenzverstärker (14), der eingangsseitig mit den von den zwei Eingangsstufen (11, 12) ausgegebenen Signalen beaufschlagt ist und ein Audiosignal als Differenz der eingangsseitig anliegenden Signale ausgibt.
2. Schaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zwei Eingangsstufen (11, 12) zumindest im wesentlichen identische nichtlineare Kennlinien besitzen.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Eingangsstufen (11, 12) passive Schaltkreise mit nichtlinearer Kennlinie umfassen.
4. Schaltung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die passiven Schaltkreise als nichtlineares Element Dioden (15, 16) umfassen.
5. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Eingangsstufen (11, 12) Verstärker mit nichtlinearer Kennlinie umfassen.
6. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Gewinnung des inversen Eingangssignals für die eine Eingangsstufe ein Inverterschaltkreis (13) vorgesehen ist.

12.05.01

2

7. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Differenzverstärker (14) im linearen Bereich betrieben ist.
8. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zur Entkopplung von einer mit dem Eingang verbundenen Signalquelle (10) eine hohe Eingangsimpedanz aufweist.
9. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zur Erreichung einer höheren Dynamikkompression kaskadiert ist.
10. Verwendung der Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 als Eingangsstufe eines Audiogeräts.

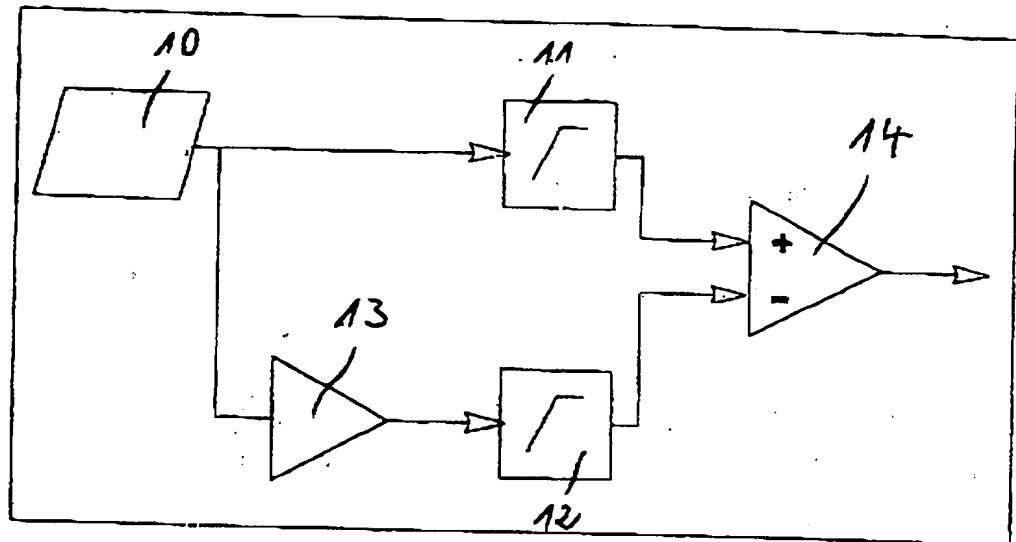
Zusammenfassung

Niederfrequenz-Schaltung zur Verarbeitung von Audiosignalen, insbesondere Eingangsstufe und/oder Impedanzwandler für Audiogeräte, mit einem mit einem Audiosignal beaufschlagten Eingang und einem Ausgang, an welchem das verarbeitete Audiosignal anliegt. Als erfindungsgemäße Besonderheit umfaßt diese Schaltung zwei Eingangsstufen (11, 12) mit im wesentlichen identischen nichtlinearen Kennlinien, von denen die erste mit einem am Eingang anliegenden Audiosignal einer vorgegebenen Phasenlage und die andere mit dem um 180 Grad verschobenen bzw. inversen Audiosignal (A, B) beaufschlagt ist, und deren Arbeitspunkte derart gewählt sind, daß von den negativen und positiven Halbwellen des Audiosignals die eine Halbwelle nichtlinear und die andere Halbwelle zumindest näherungsweise linear verarbeitet wird, und einen Differenzverstärker (14), der eingangsseitig mit den von den zwei Eingangsstufen (11, 12) ausgegebenen Signalen beaufschlagt ist und ein Audiosignal als Differenz der eingangsseitig anliegenden Signale ausgibt.

(Fig. 1)

12.05.01
1/3

Fig. 1



12.05.01
1/3

Fig. 1

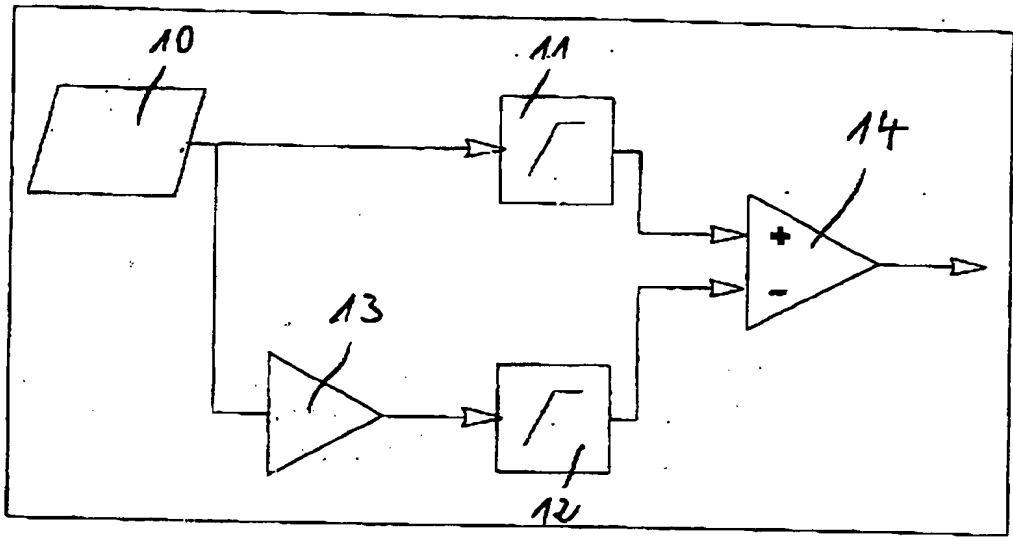
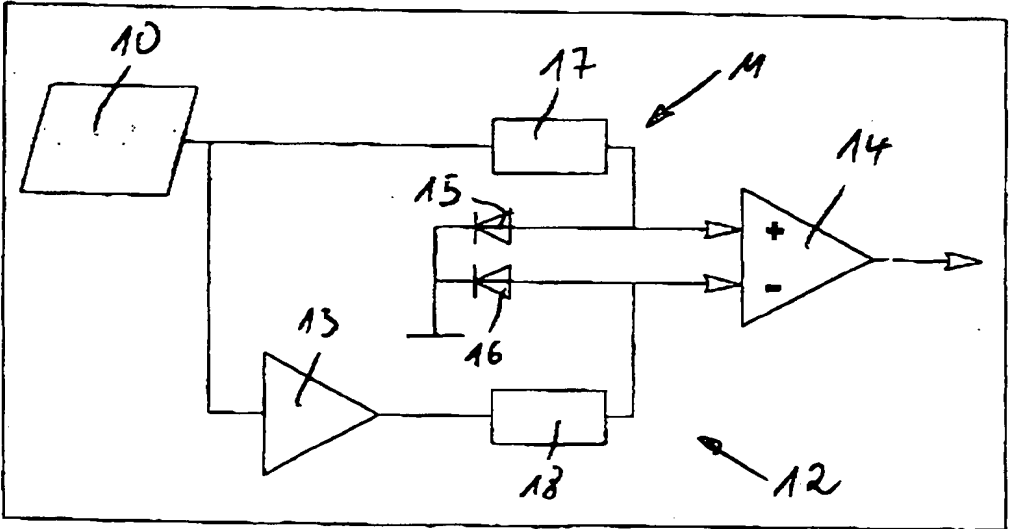


Fig. 2



12/5/01

Fig. 3

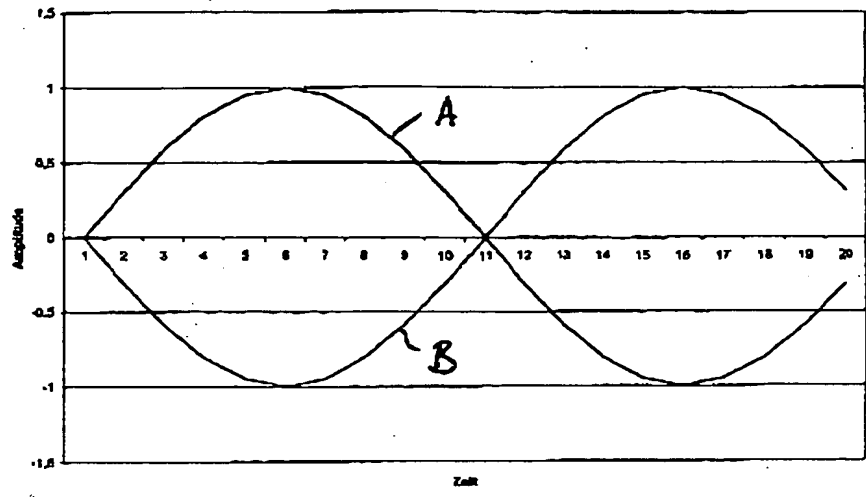


Fig. 4

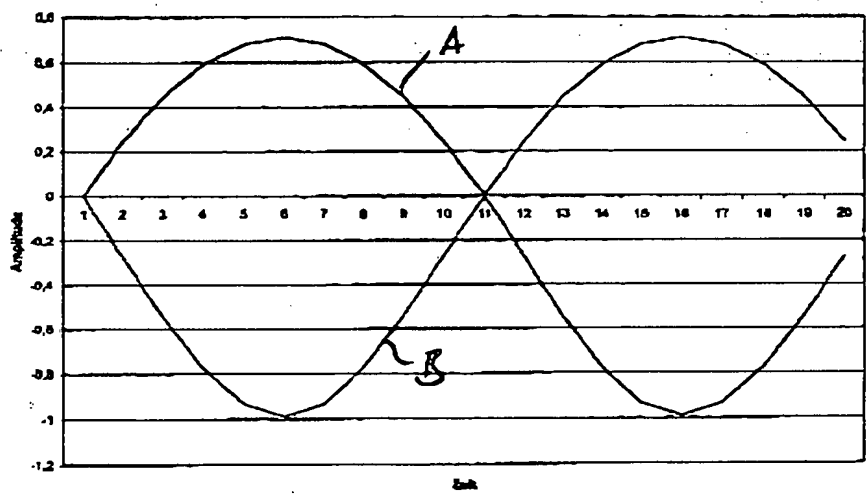
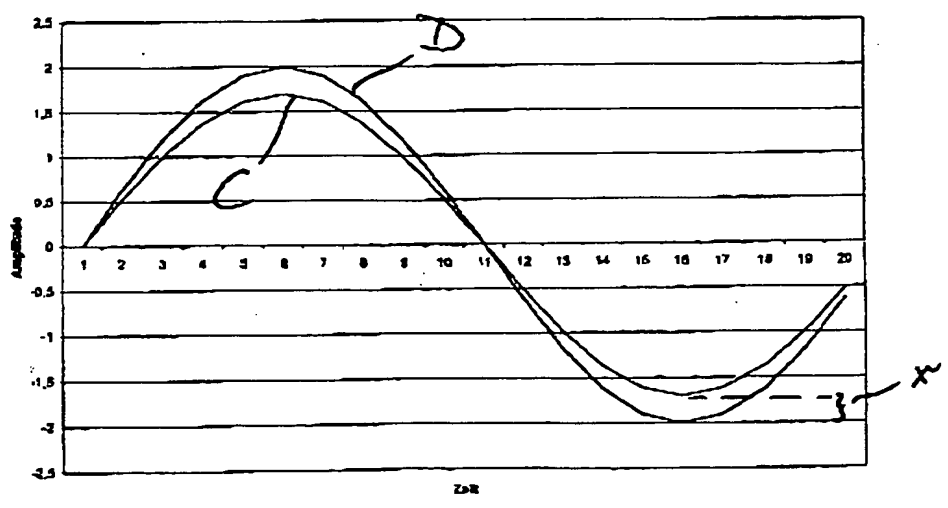


Fig. 5



103/3501

Fig. 7

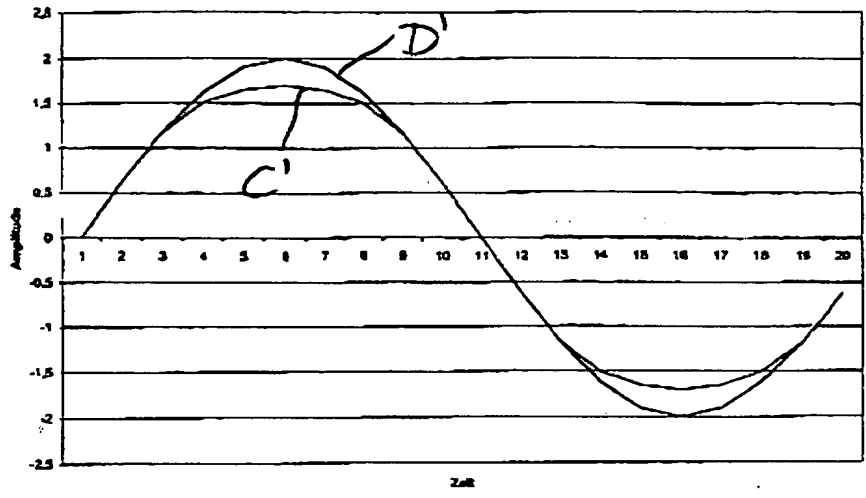
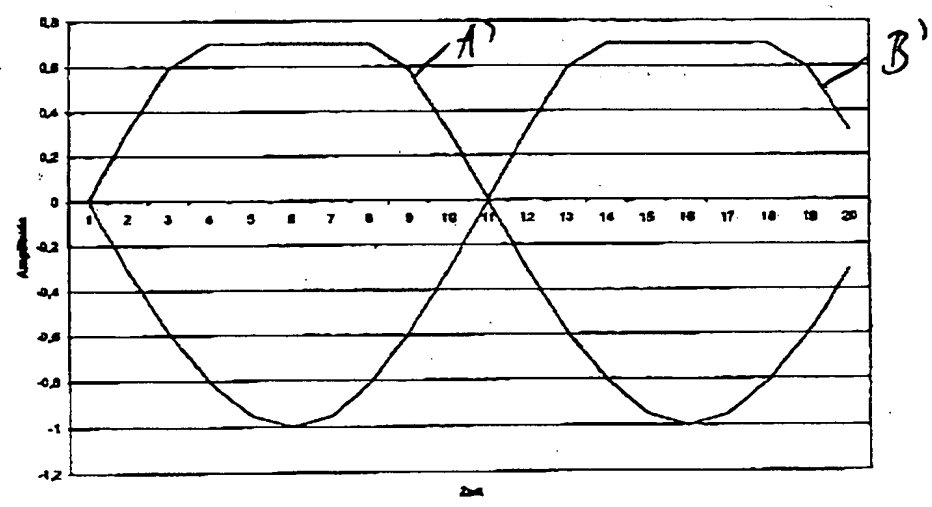


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.